https://www.engcopilot.com/

Reef4 version 4.4.3.1 - Edition 174 - Décembre 2013
Document : DTU 43.1 (FD P84-204-3) (septembre 2004) : Travaux de bâtiment - Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine - Partie 3 : Guide à l'intention du Maître d'Ouvrage + Amendement A1 (août 2007) (Indice de classement : P84-204-3)

norme française

FD P 84-204-3
Septembre 2004
DTU 43.1

travaux de bâtiment
étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine
partie 3 : guide à l'intention du maître d'ouvrage

DTU 43.1 - building works - impermeability of flat roofs and inclined roofs with a masonry structural member in a low-land climate - part 3 : guide intented for the contracting authority

: DTU 43.1 - Bauarbeiten - Abdichtung von Flach- und Schrägdächern mit Tragelementen aus Mauerwerk - Teil 3 : Leitfaden für den Auftraggeber

Statut
Fascicule de documentation publié par AFNOR en septembre 2004.

Correspondance
A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse
Le présent document guide les maîtres d'ouvrage pour la rédaction des documents particuliers du marché et pour la préparation et l'organisation de travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine faisant l'objet de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1).

Descripteurs
Thésaurus International Technique : bâtiment, toiture, toiture-terrasse, étanchéité, ouvrage, conditions d'exécution, organisation, information, rédaction technique, classification, état hygrométrique, aménagement, dimension, évacuation d'eau, eau pluviale.

Modifications
Inclut l'amendement A1 de Août 2007.

Corrections
2ème tirage (février 2008) : Par rapport au 1er tirage, modification de la note du paragraphe 9.1.3

Sommaire

Liste des auteurs
1 Domaine d'application
2 Références normatives

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

3 Rédaction des documents particuliers du marché (DPM)
3.1 Informations essentielles à la détermination des travaux
3.2 Travaux ne relevant pas du lot étanchéité
4 Classification des locaux en fonction de l'hygrométrie
4.1 Généralités
4.2 Classement descriptif indicatif
4.2.1 Locaux à faible hygrométrie
4.2.2 Locaux à hygrométrie moyenne
4.2.3 Locaux à forte hygrométrie
4.2.4 Locaux à très forte hygrométrie
5 Dispositions concernant les terrasses accessibles avec dalles sur plots
6 Dispositions particulières aux jardinières transportables
7 Aménagement des toitures-terrasses recevant des jardinières rapportées
7.1 Généralités
7.2 Cas des toitures terrasses inaccessibles
7.3 Cas des terrasses avec protection par dalles sur plots
7.4 Dispositions des jardinières
7.4.1 Cas des jardinières transportables
7.4.2 Cas des jardinières non transportables
8 Dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales
9 Toiture avec retenue temporaire des eaux pluviales
9.1 Evaluation des performances des systèmes d'évacuation à débit contrôlé
9.1.1 Caractérisation de la toiture-terrasse :
9.1.2 Calibrage des orifices du système d'évacuation
9.1.3 Choix de la pluie d'orage type
9.1.4 Evaluation des performances des systèmes :
9.1.4.1 Méthode de calcul :
9.1.4.2 présentation des résultats
9.2 Exemple d'application
9.3 Simulations diverses
9.3.1 Exemples types
9.4 Conclusions
10 Entretien
Annexe A Exemples de performances de systèmes d'évacuation comportant des orifices en forme de fente verticale de 10 mm de largeur, disposés à raison d'un orifice pour 50 m²

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Membres de la commission de normalisation
Président : M BLOTIERE
Secrétariat : M de FAY - CSFE
MME AMOY SNPA

- M ANDREI ETANCHISOL
- ANGOT CETEN APAVE
- BLACHERE AUXIRBAT
- BLOTIERE SIPLAST ICOPAL
- BONY ASTEN
- BOUCAT ROCKWOOL ISOLATION
- BOUKOLT PITTSBURGH CORNING FRANCE
- BOUMENDIL SITEK - THERMAL CERAMICS DE FRANCE

MME BOURDETTE ATILH
M BRAILLARD KEMCO TRIXA
MME BROGAT TEC

- M BURDLOFF CSTB
- BUTET UNCP
- CHEVALDONNET UIB
- de BRAY ISOCHAPE
- de FAY CSFE
- DEAN SMAC-ACIEROID
- DECHEVRAND SOPREMA
- DECORNIQUET SARETEC
- DEGAS CERIB
- DEMANGE BNBA
- DROUILLY AXTER
- DUDOGNON RECTICEL
- DUFOUR DALSA
- DUHAMEL SNCF
- GAGNE OPPBTP
- GILLET SNA
- GIRARD SIKA TROCAL
- GOSSELIN EFISOL
- GRELAT CEBTP

MME GUERET PLACOPLATRE

- M GUERIN CPO
- JOURDAN SFJF
- MARILL SFS STADLER (AFFIX)

MME MAZOUFFRE UNECB
M MICHEL BUREAU VERITAS
MME MICHEL LAFARGE PLATRES

- M MORIN AQC
- NGUYEN TRI THIEN DGAC
- PAILLARD CSFE
- PANNETIER OFFICE DES ASPHALTES
- PASSINI SNA

MME PERO SOCABAT
M PERROT SAINT-GOBAIN ISOVER
MME PETROVA ROCKWOOL ISOLATION

- M PINCON BNTEC
- PLANFORET OPAC / LOIRE
- POISSON LUTECE ETANCHEITE
- POSTIF SMAC ACIEROID
- PROTHON SOCOTEC

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- REMOLU MEPLE
- ROHMAN EGF
- ROYER SMAC-ACIEROID
- SOLLET SEO
- THIERY GIR ETANCHEITE

MME TORCHIA AFNOR

- M TROUX UMGO
- VERNEAU UNECB
- ZOCCOLI RUBEROID

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

1 Domaine d'application

Le présent document guide les maîtres d'ouvrage pour la rédaction des documents particuliers du marché et pour la préparation et l'organisation de travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine faisant l'objet de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1). Il comprend :

- des recommandations sur la rédaction des documents particuliers du marché ;
- le classement des locaux en fonction de leur hygrométrie ;
- des informations concernant les terrasses accessibles avec dalles sur plots ;
- des informations concernant les jardinières mobiles ;
- des conseils sur l'aménagement des toitures-terrasses recevant des jardinières rapportées ;
- le dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ;
- une méthode pour dimensionner les systèmes d'évacuation de toitures avec retenue temporaire des eaux pluviales.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

2 Références normatives

Le présent document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

FD P 05-101
Guide pour l'élaboration de notices de surveillance et d'entretien des immeubles collectifs de logements *ou de bureaux.*
FD P 05-102
Guide pour l'élaboration de notices de surveillance et d'entretien d'une maison individuelle ou d'une *construction assimilable.*
NF P 34-211-1, DTU 40.41
Travaux de bâtiment - Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc - Partie 1 : Cahier des clauses techniques.
DTU 60.11 (P 40-202)
Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales
NF P 84-204-1-1, DTU 43.1
Travaux de bâtiment - Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques.
NF P 84-204-1-2, DTU 43.1
Travaux de bâtiment - Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine - Partie 1-2 : Critères de choix des matériaux.
NF P 84-204-2, DTU 43.1
Travaux de bâtiment - Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine - Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

3 Rédaction des documents particuliers du marché (DPM)

3.1 Informations essentielles à la détermination des travaux

Afin que l'entreprise d'étanchéité puisse établir son offre de prix, le dossier de consultation des entreprises doit fournir les informations essentielles à la détermination des travaux qui seront à effectuer. Ces informations doivent figurer dans les documents particuliers du marché (DPM).

Ceux-ci doivent comporter les indications suivantes :

a. un plan de toiture, avec les coupes nécessaires, établi en conformité avec les principes et prescriptions de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1) ;

b. la désignation des surfaces destinées à recevoir des panneaux isolants non porteurs, des ouvrages d'étanchéité, y compris les ouvrages particuliers ;

c. la jonction avec les bâtiments contigus ;

d. les joints de rupture, joints de dilatation et de retrait des bâtiments ;

e. les caractéristiques des chéneaux revêtus d'étanchéité (largeur, profondeur, isolation thermique éventuelle) ;

f. les évacuations d'eaux pluviales (emplacement, diamètre, isolation thermique éventuelle) et les trop-pleins (emplacement, section) ;

g. les caniveaux, avec indication du type de protection (autoprotection, protection en dur) et isolation thermique éventuelle [voir 7.3.4 et 7.3.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

h. les lignes principales (faîtages, noues, noues à pans coupés, ligne de plus grande pente) avec indication des pentes des versants et des noues ;

i. les pénétrations diverses (par exemple : souches, ventilations, parties éclairantes, passages de fils d'antennes, de câbles ou de canalisations, etc.), leur emplacement et leur principe de raccordement [voir 8.7 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

j. les informations concernant l'hygrométrie et le chauffage des locaux permettant de définir le type de pare vapeur [voir article 4 du présent document et 6.3 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

k. la résistance thermique et la nature de la couche isolante [voir 6.4.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

l. la valeur des charges permanentes, d'exploitation [voir 5.3.3 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] et d'entretien [voir 5.3.4 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] à prendre en compte au niveau des ouvrages d'étanchéité ;

m. les emplacements et la valeur des charges permanentes localisées appliquées sur les ouvrages d'étanchéité (par exemple jardinières) ;

n. la constitution du complexe d'étanchéité ;

o. les dispositions de principe relatives aux reliefs [voir article 7 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)], engravures, bandeaux, seuils, pénétrations, dessus de murs, isolation thermique et pare-vapeur éventuels ;

p. les ouvrages à protéger par des bandes métalliques reliées au revêtement d'étanchéité [voir 7.1.3.1.1 et dernier alinéa du 8.5 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

q. l'indication des dispositifs d'accès à la toiture et des dispositifs de principe de sécurité contre les chutes de hauteur ;

r. la destination de la toiture (inaccessible, accessible aux piétons, etc.) avec indication des différentes zones éventuelles (pour les toitures accessibles aux véhicules légers, l'indication des zones éventuelles accessibles aux camions de déménagement et véhicules de défense contre l'incendie ; pour les toitures inaccessibles, l'indication des zones techniques, etc.).

> NOTE
> Le passage exceptionnel de véhicules de lutte contre l'incendie peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Il appartient au maître d'oeuvre d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.

s. l'état de surface des protections d'étanchéité dans le cas de mise en oeuvre d'un revêtement complémentaire en remplacement d'un revêtement de sol scellé adhérent [voir 6.6.3.3.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

t. le tracé et la largeur des chemins de circulation ;

u. l'emplacement et l'encombrement des équipements concernant la circulation des fluides avec indication des zones techniques correspondantes ainsi que les précisions concernant les risques d'incompatibilité et, dans ce cas, les dispositions à retenir ;

v. le type d'atmosphère extérieure et les rejets éventuels en toiture ;

w. la hauteur du bâtiment, la zone de vent et la nature du site selon les règles en vigueur ;

x. les caractéristiques de la fonction de rétention temporaire des eaux pluviales lorsque cette fonction est souhaitée pour la toiture (voir article 9 du présent document).

y. les épreuves d'étanchéité et le contrôle du revêtement d'étanchéité [voir article 10 de la norme NF P 84-204-1-1

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

(CCT du DTU 43.1)].

z. les types de protection selon la destination de la toiture [voir 6.6.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;

- aa) la nature du bois des butées pour isolant et leur traitement [voir la norme NF P 84-204-1-2 (CGM du DTU 43.1)] ;
- ab) le type de protection [voir 6.6.3.3.2.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;
- ac) la tolérance de planéité du support pour une protection par pavés si elle est plus sévère que celle prescrite au 6.6.3.3.5 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1) ;
- ad) les revêtements d'étanchéité et le type de protection des relevés, lorsque le tableau 30 du 7.1.4.1 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1) offre plusieurs possibilités ;
- ae) le mode de terminaison de la rive avec débord sans acrotère dans le cas de revêtement bitumineux [voir 8.1.1.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;
- af) les obstacles éventuels dus à l'environnement (lignes électriques aériennes, etc.) ;
- ag) la pression maximale exercée sur le revêtement d'étanchéité par les équipements permanents, cette pression ayant été calculée par l'entreprise chargée de la mise en oeuvre des équipements et la vérification de la compatibilité de ces pressions avec les pressions admissibles [voir la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] ;
- ah) l'indication des lots qui sont chargés des travaux visés au 3.2 ;
- ai) les modifications éventuelles apportées au dossier de consultation.

3.2 Travaux ne relevant pas du lot étanchéité

a. L'exécution des engravures, becquets, bandeaux, bandes de solins métalliques.

b. La réalisation des ouvrages en maçonnerie (formes de pentes, réalisation des réservations des joints d'acrotères, besaces, dés en maçonnerie, socles, massifs, réservations pour passage des EEP..., calfeutrement des réservations).

c. La fourniture et la pose des équipements autres que les dispositifs d'éclairement, de désenfumage ou d'accès en toiture, des ossatures et des socles éventuels les supportant.

d. La mise hors d'eau provisoire des ouvrages.

e. La protection provisoire du revêtement d'étanchéité (platelages) rendue indispensable pour l'exécution de travaux d'autres corps d'état.

f. La fourniture et la mise en oeuvre des canalisations (descentes d'eaux pluviales, tuyaux de ventilation, etc.) et de leur raccordement au moignon, ainsi que la fourniture et la pose du jointoiement entre moignon et canalisation.

> NOTE
> Ces travaux sont généralement réalisés par l'entreprise titulaire du lot plomberie.

g. La fourniture et la mise en oeuvre des fourreaux métalliques solidaires du gros oeuvre.

h. La fourniture et la mise en oeuvre des contre-collerettes autres que celles de tuyaux de ventilation de chute.

i. La fourniture et la mise en oeuvre des ouvrages en maçonnerie destinés à la protection des toitures-terrasses parkings pour véhicules lourds.

j. La fourniture et la mise en oeuvre des ouvrages en maçonnerie destinés à la protection des rampes.

k. La fourniture et la mise en oeuvre des chemins de circulation des appareils de nettoyage en façade.

l. La réalisation des revêtements de sol scellés ou des revêtements complémentaires sur les protections de l'étanchéité [voir 6.6.3.3.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)].

m. La fourniture et la mise en oeuvre de la couche filtrante, de la terre, des murets séparateurs, des zones stériles et des végétaux des toitures-terrasses-jardins.

n. Tous travaux d'entretien tels que visés à l'Annexe A de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1).

o. Les dispositifs d'habillage métallique des dessus de murs, des dessus d'acrotères, ou empêchant l'eau de pluie de s'infiltrer au droit des joints ; ils relèvent de la NF P 34-211-1 (Référence DTU 40.41).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

4 Classification des locaux en fonction de l'hygrométrie

4.1 Généralités

Soit :

- W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local, exprimée en grammes par heure (g/h) ;
- n est le taux horaire de renouvellement d'air, exprimé en mètres cubes par heure (m^3/h).

Les dispositions réglementaires relatives à l'aération des logements sont données par l'arrêté du 24 mars 1982 .

Celles relatives au " renouvellement d'air dans les bâtiments autres que les bâtiments d'habitation " sont données par l'arrêté du 12 mars 1976 .

On définit quatre types de locaux en fonction de leur hygrométrie en régime moyen pendant la saison froide.

- Local à faible hygrométrie :
  $W/n \leq 2,5\ g/m^3$
- Local à hygrométrie moyenne :
  $2,5 < W/n \leq 5\ g/m^3$
- Local à forte hygrométrie :
  $5 < W/n \leq 7,5\ g/m^3$
- Local à très forte hygrométrie :
  $W/n > 7,5\ g/m^3$

4.2 Classement descriptif indicatif

Les Documents Particuliers du Marché précisent la classe d'hygrométrie des locaux.

On trouvera ci-après et à titre indicatif un classement a priori des locaux les plus courants, compte tenu de leur utilisation, leur destination et leur conception.

Certains bâtiments classés ci-après peuvent posséder plusieurs locaux de classes d'hygrométrie différentes. Chaque local doit être considéré spécifiquement.

4.2.1 Locaux à faible hygrométrie

- Immeubles de bureaux non conditionnés, logements équipés de ventilations mécaniques contrôlées et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau dès qu'elles se produisent (hottes, etc.).
- Bâtiments industriels à usage de stockage.
- Locaux sportifs sans public, non compris leurs dépendances (douches, vestiaires, etc.).

4.2.2 Locaux à hygrométrie moyenne

- Locaux scolaires sous réserve d'une ventilation appropriée.
- Bâtiments d'habitation, y compris les cuisines et salles d'eau, correctement chauffés et ventilés.
- Bâtiments industriels de production dont le process ne génère pas de vapeur d'eau, sauf indication contraire précisée dans les Documents Particuliers du Marché.
- Centres commerciaux.

4.2.3 Locaux à forte hygrométrie

- Bâtiments d'habitation médiocrement ventilés et sur-occupés.
- Locaux avec forte concentration humaine (vestiaires collectifs, certains ateliers, etc.).

4.2.4 Locaux à très forte hygrométrie

- Locaux spéciaux tels que locaux industriels nécessitant le maintien d'une humidité relativement élevée, locaux sanitaires de collectivités d'utilisation très fréquente.
- Locaux industriels avec forte production de vapeur d'eau (conserveries, teintureries, papeteries, laiteries industrielles, ateliers de lavage de bouteilles, brasseries, ateliers de polissage, cuisines collectives, blanchisseries industrielles, ateliers de tissage, filatures, tannage des cuirs, etc.).
- Piscines.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

5 Dispositions concernant les terrasses accessibles avec dalles sur plots

L'accès d'objets roulants (par exemple engin de nettoyage, d'entretien, de manutention, chariot de supermarché, etc.) pouvant entraîner des détériorations n'est pas visé par le présent document.

Les toitures-terrasses avec dalles sur plots constituent une solution intéressante, car elles permettent :

- une surface de circulation horizontale ;
- un accès à niveau permettant, par conséquent, la circulation sans dénivellation importante au droit des seuils ;
- une évacuation rapide de l'eau de pluie de la surface de circulation proprement dite ;
- un démontage aisé des dalles ;
- une limitation des chocs thermiques sur les revêtements d'étanchéité.

Le concepteur doit cependant tenir compte du fait que ces ouvrages :

- s'adaptent difficilement aux formes complexes (courbes, angles aigus, etc.), lesquelles peuvent poser des problèmes de stabilité et d'esthétique ;
- imposent un entretien fréquent. En effet, l'espace libre sous les dalles peut être peu à peu comblé par des poussières et détritus qui passent par les joints des dalles. Ces dépôts ont pour effet de retenir l'humidité et d'entretenir les macérations, et ce d'autant plus que la pente est faible ;
- peuvent subir quelques désorganisations et légers basculements qui peuvent être corrigés par un entretien adapté ;
- peuvent nécessiter le traitement des maçonneries en surélévation pour les protéger contre les rejaillissements.

Ce type de protection ne permet pas de poser directement sur les dalles des charges lourdes telles que bassins, jardinières, etc.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6 Dispositions particulières aux jardinières transportables

Dispositions particulières aux jardinières transportables [voir NOTE 2 du 9.1 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1)] :

> NOTE
> La masse totale d'une jardinière transportable est limitée à 90 kg compris terre et végétaux.

Les jardinières à surface d'appui plane reposent :

- soit directement sur le revêtement d'étanchéité par l'intermédiaire d'un matériau résilient, la pression sur le revêtement ayant les limites du 9.1 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1),
- soit sur les dalles de protection dans le cas de dalles sur plots.

Les jardinières reposant par l'intermédiaire de pieds sont mises en oeuvre :

- soit sur des dalles en béton posées sur le revêtement d'étanchéité dans les conditions décrites au 9.1 de la norme NF P 84-204-1-1 (CCT du DTU 43.1),
- soit sur les dalles de protection dans le cas de dalles sur plots.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

7 Aménagement des toitures-terrasses recevant des jardinières rapportées

7.1 Généralités

On entend par jardinière transportable, tout type de jardinière rapportée sur la toiture qui, chargée en terre et végétaux, reste facilement déplaçable manuellement par l'équipe d'entretien de l'étanchéité (généralement deux personnes), sachant qu'il est recommandé de limiter la charge à soulever à 45 kg par personne.

On entend par jardinière non transportable, une jardinière rapportée sur la toiture et désolidarisée de la structure qui ne répond pas à la définition précédente. Elle est relativement légère (hauteur de terre limitée à 0,50 m).

L'étude d'installation des jardinières transportables ou non transportables vérifie la résistance à la déformation sous compression des différents constituants de la toiture et notamment celle de l'élément porteur, de l'isolant thermique éventuel, de l'étanchéité et de la protection.

Elle ne sont pas installées au droit des points singuliers tels que :

- E.E.P ;
- noues ;
- chêneaux ;
- joints de dilatation ;
- et leur implantation ne gène pas l'écoulement de l'eau.

7.2 Cas des toitures terrasses inaccessibles

L'ensemble du complexe de toiture est traité à l'identique des toitures-terrasses-techniques, du fait de la fréquence d'entretien que nécessitent les zones plantées.

7.3 Cas des terrasses avec protection par dalles sur plots

Sur terrasses avec protection par dalles sur plots, les jardinières non transportables ne sont installées ni sur les dalles sur plots ni sur les plots. Une protection d'interposition sera placée sous la jardinière. L'étude d'installation prend en compte cette protection. La surface de la terre contenue dans la jardinière arrive au minimum au niveau de celle des dalles sur plots.

Les jardinières transportables peuvent être installées directement sur les dalles.

7.4 Dispositions des jardinières

7.4.1 Cas des jardinières transportables

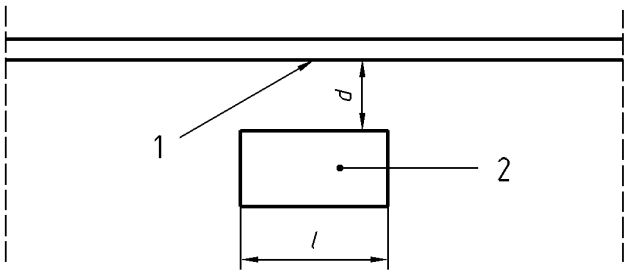
Les jardinières transportables sont installées sur la protection de l'étanchéité.

7.4.2 Cas des jardinières non transportables

L'implantation des jardinières non transportables en toiture doit permettre la réalisation et l'entretien courant des ouvrages d'étanchéité et en particulier des relevés et des entrées d'eaux pluviales.

La jardinière est considérée comme un équipement technique, son implantation et sa mise en oeuvre ainsi que la protection mécanique interposée sont réalisées conformément à la NF P 84-204-1 (CCT du DTU 43.1). Deux cas sont à envisager (Figure 1) :

- la longueur l de la jardinière mesurée parallèlement à l'émergence voisine, est ≤ 1,20 m : l'équipement doit être à une distance d ≥ de 0,50 m de l'émergence et de l'entrée d'eaux pluviales ;
- la longueur l est > 1,20 m : l'équipement doit être à une distance d ≥ de 1 m de l'émergence et de l'entrée d'eaux pluviales.



Légende

1 Relevé d'étanchéité

2 Bac non transportable

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Figure 1 Exemple

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

8 Dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

Les tableaux ci-après donnent les valeurs des sections minimales des descentes d'eaux pluviales (D.E.P.) et des entrées d'eaux pluviales (E.E.P.) qui leur sont raccordées ; ils sont établis en admettant un débit maximal des précipitations de 3 l/min.m², conformément aux dispositions du DTU 60.11 (Référence P 40-202).

Le Tableau 1 est applicable dans tous les cas.

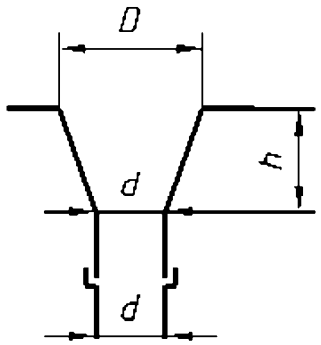
Le dimensionnement des moignons cylindriques donné dans le Tableau 2 n'est admis que pour le cas particulier des terrasses inaccessibles dont chaque descente collecte des surfaces inférieures ou égales à 287 m².

Pour les descentes de section carrée ou rectangulaire ou pour les EEP à départ latéral, les valeurs des surfaces collectées indiquées dans les Tableaux 1 et 2 doivent être minorées de 10 %.

La section du moignon peut rester constante ou se raccorder par un tronc de cône à un moignon cylindrique de section plus petite.

> NOTE
> A diamètre de descente égal, cette forme d'E.E.P. admet un débit de passage plus grand qu'une E.E.P. à section de moignon constante.

NOTE Ce Tableau 1 est extrait du Tableau 5 de la partie II du DTU 60.11 (Octobre 1988).

Entrée d'eau avec moignon cylindrique a)		**Entrée d'eau avec moignon tronconique** b)			
Surface en plan collectée par une entrée d'eau (m²)	Diamètre minimal du tuyau d'évacuation ou du moignon (mm)	Surface en plan collectée par une entrée d'eau dont le moignon est tronconique (m²)			
	c)		D	dc) (mm)	h (mm)
28	60 d)	40	D = environ 2 *d*	60 d)	h = environ 1,5 *d*
38	70 d)	55		70 d)	
50	80	71		80	
64	90	91		90	
79	100	113		100	
95	110	136		110	
113	120	161		120	
133	130	190		130	
154	140	220		140	
177	150	253		150	
201	160	287		160	

a) 1 cm² de section de tuyaux de descente évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

b) 0,70 cm² de section de tuyau de descente évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

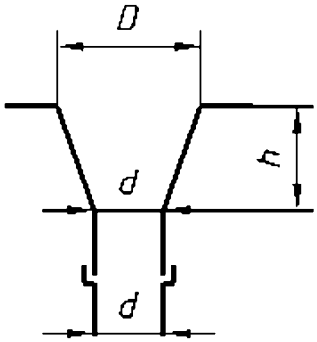
c) Le diamètre du moignon peut être légèrement inférieur pour tenir compte du matériau constitutif.

d) Les diamètres 60 mm et 70 mm ne sont admis que pour les petites surfaces telles que balcons et loggias.

Tableau 1 Valeurs des diamètres minimaux des descentes et des entrées d'eaux pluviales - Cas général

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Entrée d'eau avec moignon cylindrique a)		Entrée d'eau avec moignon tronconique b)			
Surface en plan collectée par une entrée d'eau (m²)	Diamètre minimal du tuyau d'évacuation ou du moignon (mm)	Surface en plan collectée par une entrée d'eau dont le moignon est tronconique (m²)			
	c)		D	d c) (mm)	h (mm)
227	170	324	D = environ 2 *d*	170	h = environ 1,5 *d*
254	180	363		180	
284	190	406		190	
314	200	449		200	
346	210	494		210	
380	220	543		220	
415	230	593		230	
452	240	646		240	
490	250	700		250	
530	260				
570	270				
615	280				
660	290				
700	300				

a) 1 cm² de section de tuyaux de descente évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

b) 0,70 cm² de section de tuyau de descente évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

c) Le diamètre du moignon peut être légèrement inférieur pour tenir compte du matériau constitutif.

d) Les diamètres 60 mm et 70 mm ne sont admis que pour les petites surfaces telles que balcons et loggias.

Tableau 1 Valeurs des diamètres minimaux des descentes et des entrées d'eaux pluviales - Cas général

Dans le cas de terrasse accessible protégée par dalles sur plots, la surface maximale collectée par E.E.P est limi tée à 200 m² et la distance maximale à parcourir par l'eau de pluie est limitée à 20 m.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

NOTE Ce Tableau 2 est extrait du DTU 60.11 (Octobre 1988).

Diamètre minimal du tuyau d'évacuation ou du moignon cylindrique [a] (mm)	**Surface de projection horizontale collectée par une entrée d'eau** (m^2)
80	71
90	91
100	113
110	136
120	161
130	190
140	220
150	253
160	287

a) Le diamètre du moignon de l'entrée d'eau pluviale peut être légèrement inférieur pour tenir compte de l'épaisseur du matériau constitutif.

Tableau 2 Valeurs des diamètres minimaux des descentes et des entrées d'eau pluviales - Cas particulier des toitures terrasses inaccessibles dont chaque descente collecte des surfaces inférieures ou égales à 287 m²

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

9 Toiture avec retenue temporaire des eaux pluviales

NOTE
L'attention du maître d'ouvrage est attirée sur le fait que l'accès à la terrasse peut être temporairement impossible.

Lorsqu'il est souhaité que la toiture puisse assurer une retenue temporaire des eaux pluviales, les caractéristiques dimensionnelles des systèmes d'évacuation devront être indiquées aux entreprises. Le dimensionnement pourra être effectué à l'aide de la méthode décrite ci-après. Cette dernière résulte d'une étude confiée au CEBTP par la FFB pour pouvoir quantifier les performances de ces dispositifs. Cette étude a abouti à une méthode de calcul et à un logiciel permettant l'évaluation de ces performances (diminution du débit de pointe, décalage dans le temps) et le dimensionnement optimal des systèmes d'évacuation. Elle est donnée ci-après à titre d'exemple et ne vise que les toitures béton à pente nulle.

9.1 Evaluation des performances des systèmes d'évacuation à débit contrôlé

Le modèle permet :

- pour une toiture-terrasse caractérisée,
- pour un système d'évacuation parfaitement défini par le calibrage de ces orifices,
- et pour une pluie d'orage type tombant sur la toiture,

d'évaluer les performances de ce système d'évacuation : retard d'écoulement et écrêtement du débit à l'aval du système (descente d'eaux pluviales).

9.1.1 Caractérisation de la toiture-terrasse :

La toiture-terrasse est caractérisée par :

- sa surface S ;
- le nombre de descentes pluviales.

Conformément aux prescriptions des " Règles professionnelles " CSNE, nous ne retiendrons que les toitures béton à pente nulle.

9.1.2 Calibrage des orifices du système d'évacuation

Différentes géométries peuvent s'envisager pour les orifices.

Leurs dimensions et leur nombre résultent d'un compromis entre :

- la recherche d'une performance maximale, conduisant à une section totale d'ouvertures la plus faible possible ;
- et le souci de ne pas voir ces orifices s'obstruer dans le temps ; ce qui conduit à ne pas retenir des dimensions trop faibles.

Des exemples d'application sont proposés ci-après avec des orifices en forme de fente verticale de 10 mm de largeur.

9.1.3 Choix de la pluie d'orage type

L'analyse d'un certain nombre d'orages enregistrés en France et différentes études sur le sujet montrent que, au niveau statistique :

- l'intensité de l'orage est inversement proportionnelle à sa durée ; les intensités les plus fortes ont été relevées sur des épisodes orageux très courts (6 min) ;
- les quantités d'eau tombées en cumulé dépendent de la durée de l'orage.

Selon le problème à résoudre, le Maître d'Ouvrage peut donc retenir :

- l'orage présentant l'intensité la plus violente (orage de 6 min par exemple) ;
- l'orage produisant la plus grande quantité d'eau en cumulé (orage de 24 h par exemple) ;
- l'orage conjuguant une forte intensité, soutenue sur une certaine durée (orage d'une heure par exemple). Ce dernier type d'orage est, en général, le plus " dévastateur " vis-à-vis des problèmes de surcharge des collecteurs.

Le modèle propose un signal de pluie simplifié, caractérisé par :

- une durée dt (en mn),
- une intensité i (en mm/mn).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

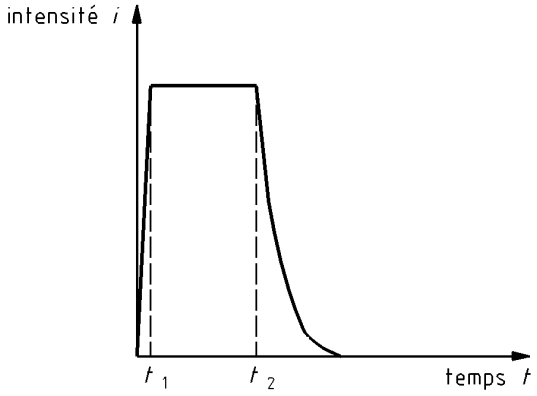


Figure 2

L'utilisateur peut :

- soit introduire ses données personnalisées dt et i,
- soit utiliser l'aide proposée par le modèle.

Cette aide reprend les données et prescriptions réglementaires définies dans " l'Instruction Technique (interministérielle) relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations " (circulaire du 22 Juin 1977 - n° 77-284/INT) :

NOTE
Ce document figure dans la norme européenne NF EN 752-4 , en tant que document de référence français.

- découpage de la France en trois régions de pluviosité : voir Figure 3 ;
- définition de la période de retour Tde l'orage. Par exemple, orage décennal Õ *T* = 10 ans ;
- formule donnant l'intensité maximale de la pluie de durée t : $i = a\ t^{-b}$ (Formule de MONTANA) dans laquelle le coefficient a et l'exposant b sont donnés en fonction de la région et de la période de retour *T* .

Période de retour *T*		**1 an**	**2 ans**	**5 ans**	**10 ans**
Région I	a	3,1	3,7	5,0	5,9
	b	0,64	0,62	0,61	0,59
Région II	a	3,5	4,6	5,5	6,7
	b	0,62	0,62	0,57	0,55
Région III	a	3,8	5,0	5,9	6,1
	b	0,53	0,54	0,51	0,44

Tableau 3 Coefficients a et b (Instruction Technique)

Ces formules conduisent aux valeurs d'intensité de pluie suivantes en fonction :

- de la période de retour *T* ;
- de la région ;
- de la durée de l'orage *t* .

Période de retour *T* →	10 ans			20 ans			50 ans		
Région →	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Durée de l'orage (mn)									
6	2.05	2.50	2.80	2.56	3.12	3.50	3.28	4.00	4.48
12	1.35	1.70	2.05	1.69	2.12	2.56	2.16	2.72	3.28
18	1.07	1.35	1.70	1.34	1.69	2.12	1.71	2.16	2.72
24	0.90	1.15	1.50	1.12	1.44	1.87	1.44	1.84	2.40
30	0.80	1.05	1.35	1.00	1.31	1.69	1.28	1.68	2.16
60	0.55	0.70	1.00	0.69	0.87	1.25	0.88	1.12	1.60

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Tableau 4 Intensité de la pluie i (mm/mn)

La période de retour est fournie par le Maître d'Ouvrage :

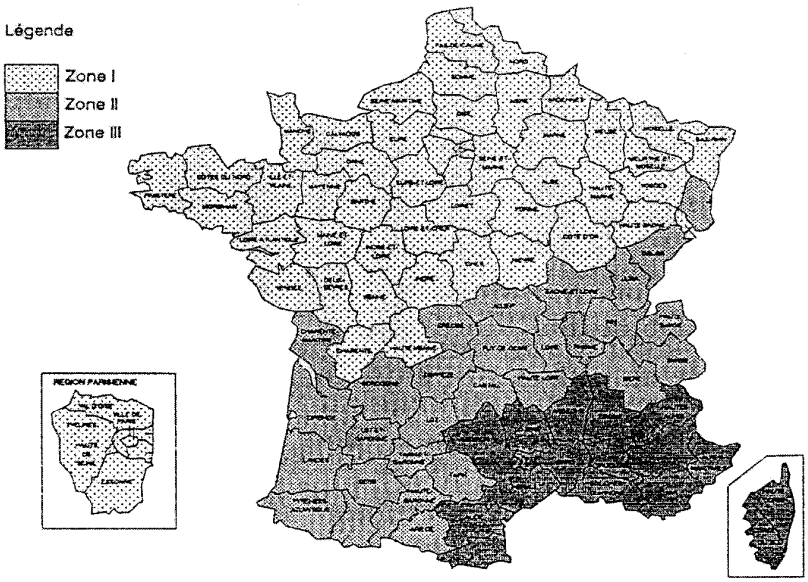
Les Communautés Urbaines retiennent généralement 10 ans.

L'Instruction Technique précitée indique : " Il est de bonne gestion de se protéger du risque de fréquence décennale ... " " dans les quartiers fortement urbanisés et dépourvus de relief, le Maître d'Ouvrage n'hésitera pas à calculer les collecteurs principaux en vue d'absorber les débits de période de retour de 20 ans, voire de 50 ans ".

Pour la durée de l'orage, il y a lieu d'examiner différentes possibilités. En effet, le volume d'eau stockée est la différence entre le volume de la pluie et le volume d'eau évacuée.

Il croît jusqu'à un maximum en fin de la pluie, puis décroît lentement. Ce maximum représente le volume d'eau à stocker. Ainsi, les calculs doivent être faits pour des durées successives de préférence dans le sens décroissant.

Selon la région, la période de retour choisie et les caractéristiques des orifices d'évacuation, les volumes maximaux correspondent à des durées différentes.



(Instruction Technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations)

Figure 3 Carte des zones de pluviométrie homogène

Cependant, ces paramètres sont susceptibles de varier assez fortement à l'intérieur d'une même région, comme l'indique le Tableau 5 ci-après , issu de relevés pluviométriques locaux (avec une période de retour de 10 ans).

Par précaution, l'utilisateur devra donc considérer l'intensité de pluie obtenue à partir de l'Instruction Technique comme un minimum.

En revanche, il peut utiliser le résultat obtenu avec la formule de Montana et les données statistiques décennales locales, s'il est plus défavorable.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Région	Ville	Durée des averses			
		6 mn à 30 mn		15 mn à 360 mn	
		a	b	a	b
Alsace	Mulhouse	5,17	0,689	5,17	0,689
	Strasbourg	4,25	0,481	13,22	0,849
Aquitaine	Agen	4,75	0,411	12,00	0,709
	Biarritz	4,02	0,340	6,82	0,513
	Bordeaux	6,53	0,510	18,25	0,831
	Cazaux	6,32	0,635	7,90	0,596
	Dax	4,55	0,530	5,23	0,562
	Mont-de-Marsan	5,02	0,411	13,38	0,724
	Pau	4,95	0,511	11,00	0,757
Auvergne	Clermont-Ferrand	4,10	0,451	10,67	0,754
Bourgogne	Auxerre	3,42	0,421	8,70	0,716
	Château-Chinon	9,85	0,719	9,95	0,734
	Dijon	3,90	0,431	9,23	0,700
	Mont-Saint-Vincent	2,92	0,361	8,17	0,697
Bretagne	Rostrenen	3,10	0,506	4,17	0,610
Champagne	Reims	4,70	0,527	8,80	0,728
Centre	Chartres	3,52	0,496	6,78	0,704
	Orléans	3,77	0,475	7,53	0,680
Franche-Comté	Belfort	2,68	0,355	7,12	0,664
Limousin	Limoges	3,30	0,440	6,12	0,628
Languedoc	Carcassonne	4,32	0,384	13,67	0,751
	Montpellier	5,17	0,362	9,92	0,563
	Nîmes	3,32	0,198	14,68	0,666
	Perpignan	3,90	0,356	5,42	0,456
Lorraine	Metz	5,45	0,617	7,28	0,705

Tableau 5 Valeurs des paramètres a et b (statistiques locales)

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Région	Ville	Durée des averses			
		6 mn à 30 mn		15 mn à 360 mn	
		a	b	a	b
Midi-Pyrénées	Gourdon	3,60	0,418	5,12	0,528
	Millau	5,03	0,514	8,05	0,665
	Ossun	6,07	0,550	15,73	0,853
	Toulouse	5,45	0,494	9,05	0,645
Nord	Lille	5,38	0,499	15,42	0,826
Normandie	Alençon	5,97	0,599	8,03	0,700
	Caen	5,33	0,542	8,20	0,683
	Rouen	4,02	0,425	13,63	0,823
Pays-de-Loire	Angers	4,88	0,520	9,00	0,726
	Le Mans	3,50	0,441	6,53	0,657
	Nantes	2,15	0,352	5,63	0,654
Picardie	Abbeville	4,20	0,489	11,45	0,792
	Saint-Quentin	4,10	0,492	7,03	0,668
Poitou-Charentes	Angoulême	4,95	0,511		
	Cognac	4,03	0,431	11,77	0,759
	Poitiers	4,53	0,437	9,15	0,659
Provence-Côte d'Azur	Ajaccio	4,97	0,376	17,38	0,765
	Bastia	4,85	0,308	10,75	0,570
	Marignane	2,65	0,257	6,00	0,515
	Nice	3,60	0,240	7,38	0,474
	Salon	5,03	0,349		
Région Parisienne	Brétigny	3,77	0,499	7,88	0,746
	Paris-Montsouris	6,03	0,491	20,48	0,875
Rhône-Alpes	Challes-les-Eaux	4,75	0,489	8,53	0,858
	Grenoble	4,55	0,397	12,80	0,716
	Lyon	5,18	0,436	8,73	0,799
	Montélimar	4,15	0,379	7,28	0,561

Tableau 5 Valeurs des paramètres a et b (statistiques locales)

9.1.4 Evaluation des performances des systèmes :

9.1.4.1 Méthode de calcul :

A chaque instant t, la hauteur d'eau *h* sur la terrasse est :

$$h = \frac{\text{Volume d'eau stocké}}{\text{Surface } S} = \frac{\text{Volume pluie} - \text{Volume évacué}}{S}$$

$$h = \frac{\sum Q_{pl} \cdot dt - \sum Q_{ev} \cdot dt}{S}$$

le débit de pluie Q_{pl} est déterminé par le choix de l'orage type, d'intensité i :

$Q_{pl} = i.\ S$

le débit évacué Q_{ev} est calculé par intégration sur la hauteur de l'orifice située au dessous de la surface de l'eau des débits élémentaires :

$$Q_{ev} = \int_0^H k \cdot \sqrt{(2 \cdot \delta p(z) / \rho \cdot dS(z))}$$

$$\text{avec } \delta p(z) = \rho \cdot g \cdot (h - z)$$

- *k* est le coefficient de débit, dépendant de la forme de l'orifice et pris ici égal à 0.45 ;

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- s est la surface de l'orifice ;
- g est l'accélération de la pesanteur ;
- *h* est la hauteur d'eau ;
- p est la masse volumique ;
- z est la cote de l'élément considéré.
- H étant soit la hauteur d'eau h si elle est inférieure à la cote haute H_{tr} de l'orifice, soit la cote haute H_{tr} de l'orifice dans le cas contraire.

Si la hauteur d'eau h dépasse celle du dispositif d'évacuation H_{max} , la partie correspondante du débit s'écoule en déversoir et est calculée par la formule :

$$Q_{dev} = k \,.\, L \,.\, (h - H_{max}) \,.\, \sqrt{2 \cdot g \cdot (h - H_{max})}$$

Le débit étant dépendant de la hauteur d'eau atteinte h, le calcul est itératif et il n'est pas possible de donner une expression explicite du débit.

9.1.4.2 *présentation des résultats*

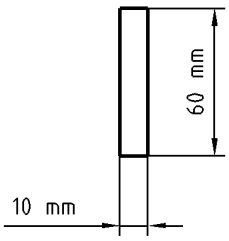
Les résultats sont présentés sur trois pages (voir exemple ci-après) :

- une page de travail (graphe 1) sur laquelle figurent :
  - les données : concernant la toiture, l'orage type retenu, le système d'évacuation à évaluer ;
  - les résultats principaux : hauteur de pluie tombée, hauteur d'eau maximale sur la terrasse, débit évacué maximal, débit de pluie, durée du drainage (temps nécessaire après l'arrêt de la pluie pour ramener la hauteur d'eau à 10 mm) ;
  - des courbes à petite échelle permettant de visualiser l'évolution dans le temps : du débit de pluie Q_{pl} , du débit évacué Q_{ev} , de la hauteur d'eau sur la terrasse h ;
- une page (graphe 2) sur laquelle figurent en plein écran les courbes de l'évolution dans le temps de Q_{pl} , O_{ev} et h ;
- une page (graphe 3) sur laquelle figurent en plein écran les courbes de l'évolution dans le temps des valeurs cumulées du volume de pluie tombé V_{pl} et du volume de pluie évacuée V_{ev} .

9.2 Exemple d'application

Toiture : béton, pente nulle, 100 m², 1 descente pluviale,

Système d'évacuation : E.E.P. en tête de chaque descente comportant deux orifices en forme de fente verticale de dimensions suivantes :



Orage type : défini par l'Instruction Technique pour l'orage décennal de durée 1 h en région I.

Les performances du système, évaluées par le modèle, figurent sur les trois graphes de l'Annexe A .

On peut faire les observations suivantes :

- Graphes 1 et 2 : le débit évacué est très faible en début d'orage puis augmente progressivement pour n'atteindre sa valeur maximale qu'en fin d'orage (après 60 mn),
- Graphe 2 : ce débit maximal évacué représente par rapport au débit de pluie incident un pourcentage de 8 l/mn / 53 l/mn = 15 % (réduction de 85 % du débit de pluie incident),
- Graphe 3 : les volumes d'eau sont évacués avec un décalage important dans le temps :
  - seulement 7 % du volume total de pluie tombé sur la toiture en fin d'orage (après 60 mn) ;
  - 20 % après 2 h ;
  - 30 % après 3 h ;
  - 40 % après 4 h ;
  - 52 % après 6 h.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

9.3 Simulations diverses

Les simulations effectuées en faisant varier les différents paramètres montrent toutes les mêmes types de courbes :

9.3.1 Exemples types

Systèmes d'évacuation comportant des orifices en forme de fente verticale tels que définis dans l'exemple d'application décrit ci avant (voir 9.2) et disposés à raison d'un orifice pour 50 m² collectés par E.E.P., soit :

Surface collectée par descente (m^2)	**Ø Descente** (pour mémoire) (mm)	**Nombre d'orifice**
100	120	2
200	160	4
300	200	6
400	230	8
500	260	10
600	280	12
700	300	14

Les performances de ces systèmes peuvent s'évaluer à partir de l'Annexe A :

- les données, résultats et courbes de cette annexe correspondent au cas de 100 m² collectés par descente ;
- pour les autres cas, les valeurs de débit Q et de volume d'eau évacuée V sont à multiplier par le rapport des surfaces collectées par descente (exemple : coefficient multiplicateur de 5 pour 500 m²).

Pour tous ces cas, on observe :

- un débit maximal évacué représentant le pourcentage suivant du débit maximal de pluie :

Orage décennal de durée :	**Régions**		
	I	II	III
60 min	15 %	18 %	21 %
6 min	1 %	2 %	1 %

- un décalage dans le temps de ce débit maximal d'environ la durée de l'orage (voir graphe 2) ;
- une évacuation des volumes d'eau très décalée dans le temps et avec des pourcentages (en volumes cumulés) très faibles dans les premières heures (voir graphe 3).

9.4 Conclusions

Un dimensionnement des " évacuations permanentes " par des orifices en forme de fente verticale de 10 mm de largeur, disposés à raison d'un orifice pour 50 m² collectés par EEP permet un bon contrôle des débits évacués en aval tout en se prémunissant du risque d'obstruction de ces orifices (sous réserve d'un entretien de la toiture conformément aux " Règles professionnelles " CSNE).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

10 Entretien

Il est rappelé que pour rédiger une notice d'entretien le gestionnaire de l'ouvrage peut se référer aux deux fascicules de documentation FD P 05-101 et FD P 05-102 qui servent de guides à ce sujet.

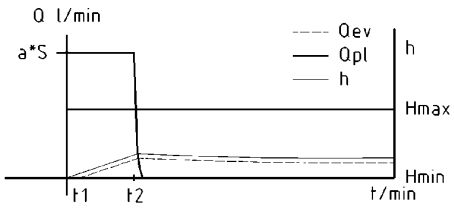
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

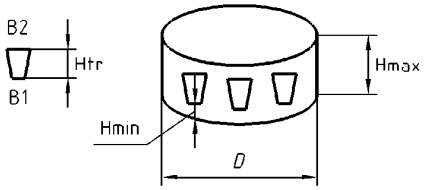
Annexe A Exemples de performances de systèmes d'évacuation comportant des orifices en forme de fente verticale de 10 mm de largeur, disposés à raison d'un orifice pour 50 m²

Valeurs pour 100 m² collectés par descente

Données :	
Surface toiture (m^2)	100
Type (1 = béton, 2 = métal)	1
Pente (0 % < = p < = 1 %)	0
Durée orage (mn)	60
Intensité pluie (mm/mn)	0,526
Type d'orifice	2
Diamètre (évac. perm.) (mm)	0
N° de descentes pluviales	1
D (mm)	120
H_{min} (mm)	0
H_{max} (mm)	90
N° de trapèzes par anneau	2
H_{tr} (mm)	60
B_1 (mm)	10
B_2 (mm)	10
Région (1, 2, 3)	1
Pér. (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 ans)	10
h pluie : 33 mm	h_{max} : 30 mm
Débit max : 8 l/mn (Qpl = 53)	



Types d'orifice :
1 = trou, 2 = trapèze, 3 : crapaudine



Drainage en 8,73 h

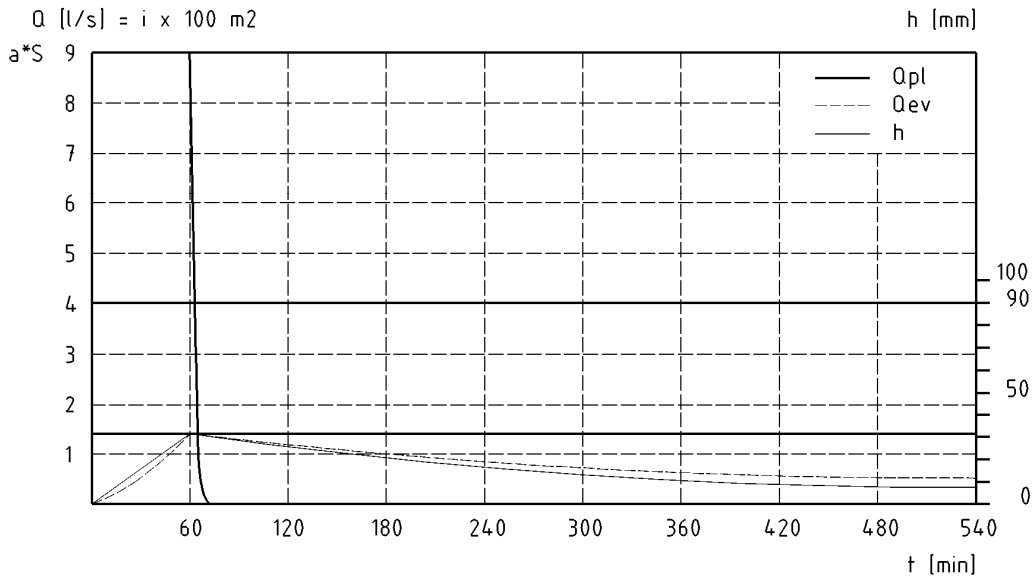
$$\frac{\text{Débit maximal évacué}}{\text{Débit maximal de pluie}} = \frac{8\ \text{l/mn}}{53\ \text{l/mn}} = 15\ \%$$

Graphe 1 Données et résultats principaux

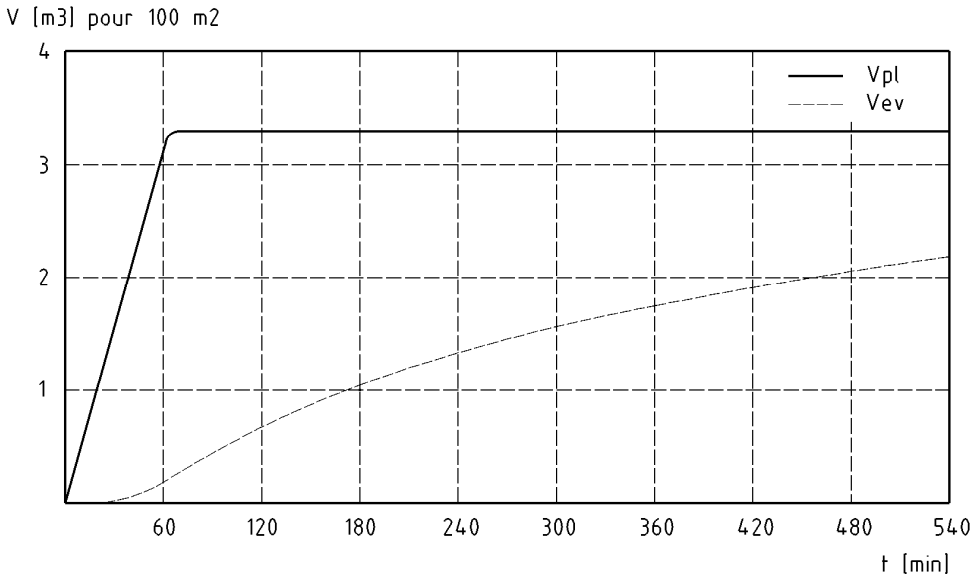
Les résultats présentés ne sont valables que pour les données considérées ici, et ne peuvent être généralisés.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Graphe 2 Débits de pluie (Q_{pl}) et d'eau évacuée (Q_{ev}) - hauteur d'eau (h)



Graphe 3 Volume de pluie (V_{pl}) et d'eau évacuée (Q_{ev})

Les résultats présentés ne sont valables que pour les données considérées ici, et ne peuvent être généralisés.

© AFNOR 2004 - Imprimé par VINCI CONSTRUCTION FRANCE le 26/12/2013

https://www.engcopilot.com/